

2 線式超音波レベル計

1. はじめに

超音波レベル計は河川の水位計測をはじめとして、上下水道局や工場プラント内の貯留タンクレベル計測など一連のプロセス監視制御に用いられており、今日では計測制御機器の主要素として、体積、流量、質量計測等の関連機器としての役割も担っている。

従来、超音波レベル計は検出器（センサ）と変換器（コントロールユニット）を別置きとする分離型が一般的であったが、計装システムの発展とともに、近年では 2 線伝送方式を採用した一体型超音波レベル計の需要が高まってきた。

本資料では弊社 2 線伝送方式型超音波レベル計（以下 2 線式レベル計）の概要と特長について解説をしていく。

2. 2 線式レベル計

(1) 測定原理

センサから送信された超音波パルスが液面から反射して戻ってくるまでの時間 t を測定し伝搬速度 v （音速）より距離 h （レベル）を測定する。（計算式： $h = v \cdot t / 2$ ）

なお伝搬速度 v は超音波パルスの伝搬経路温度により変化する^(※)ため温度補正を行う。

(※) $v = 331.45 + 0.65 \times \text{空気中の温度 (}^\circ\text{C)} \text{ m/sec}$

(2) 動作概要

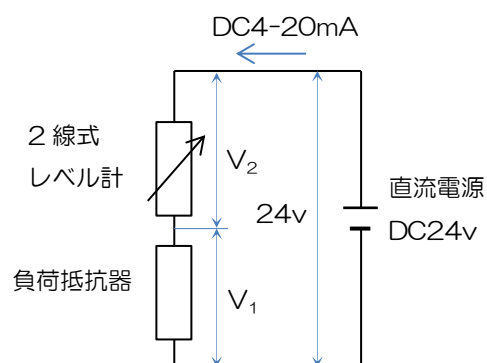
2 線式レベル計は一般に検出器と変換器が一体型の構造をしている。

DC 電源 (+24V) を外部から供給し、DC 電源から流れる電流がレベル（水位）になる。

この時のレベルと電流の関係は、レベル 0% = 4mA、100% = 20mA となる。

別の見方をすれば、レベルによってレベル計の消費電流を制御する計器とも言える。

上記から、2 線式レベル計の消費電流は、4mA 以下で動作する必要がある、レベル計の消費電流が 4mA 以上の場合は、レベル 0% を出力できなくなるため注意が必要である。



直流電源 (+) ⇒ 2 線式レベル計 ⇒ 負荷抵抗 ⇒ 直流電源 (-) のループを作り、測定値 (4-20mA) をループに乗せる。測定値 (4-20mA) はループ電流となり、負荷抵抗で検出し測定出力とするため 2 線式レベル計の電源は、4mA 以下で動作させる必要がある。

(3) 配線接続

2 線式レベル計（一体型）と分離型レベル計の配線接続比較を図 1 に示す。

2 線式レベル計の接続には①ディストリビュータと②ケーブルが必要となる。

① ディストリビュータ

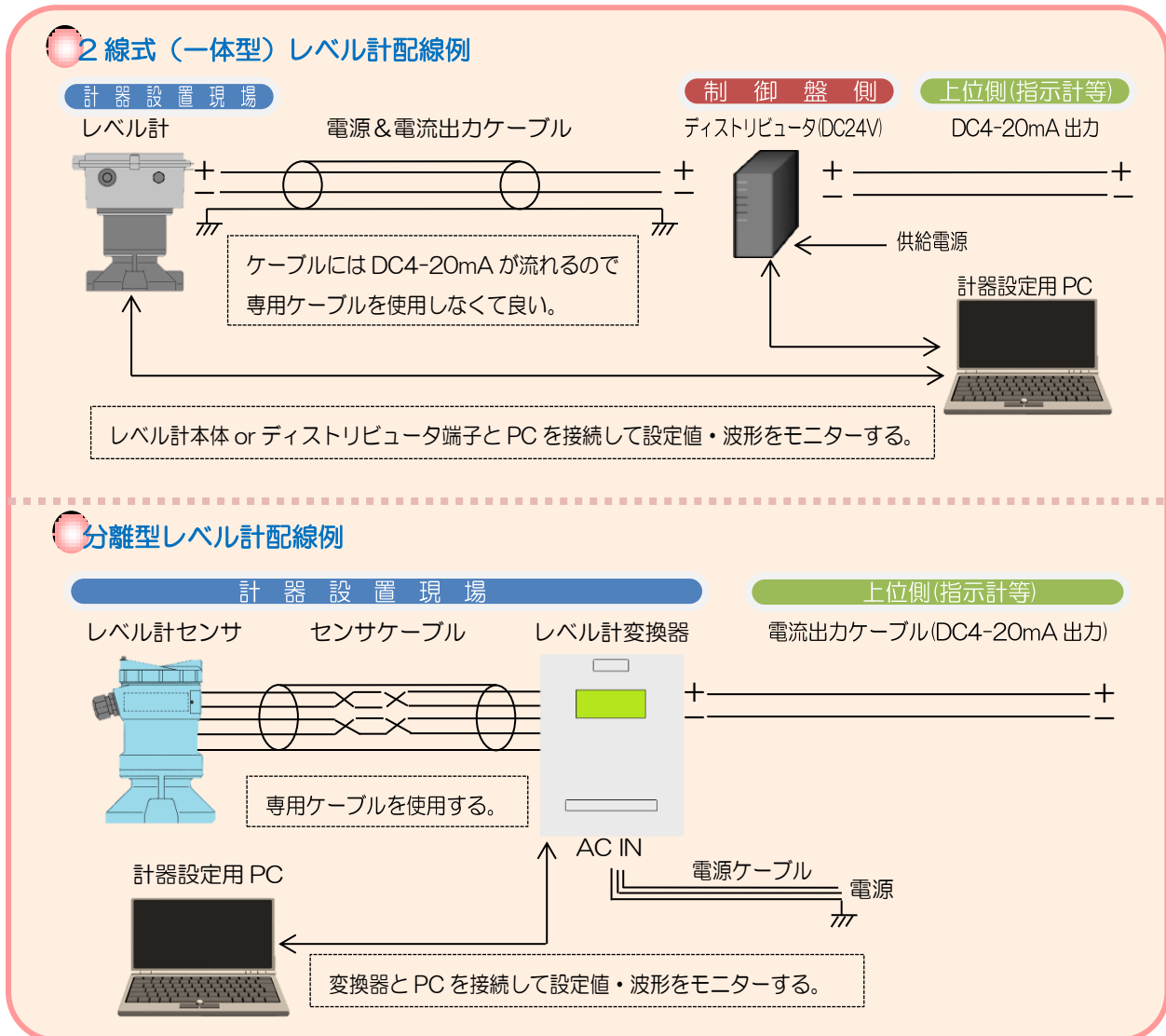
2 線式伝送器と組み合わせて使用する信号変換器でレベル計駆動用に電源を供給しレベル計からの信号 (4-20mA) を絶縁や信号変換をして上位側へ伝送する。

一般にディストリビュータは、制御盤に収められ、盤の AC 電源を供給してもらう。

② ケーブル

分離型レベル計とは異なり専用ケーブルは不要であるが、2 本の電線をシールドで覆うケーブルを推奨する。太さは、AWG26-16。長さは 300m 以内とする。

図 1.2 線式レベル計（一体型）と分離型レベル計の配線接続比較



(4) 通信方法

ゼロ点、スパン、不感距離など基本的項目については計器内パネルにて設定可能だが、弊社レベル計は、パソコンおよび通信モデムを使用して設定することも可能である。通信手段については 2 通りとなっている。

① レベル計本体に接続

レベル計内部に有るモジュラーコネクタに通信モデムからのケーブルおよびパソコンを接続してレベル計の設定値・波形をモニターする。

② ディストリビュータチェック端子に接続

ディストリビュータのチェック端子に通信モデムからのケーブルおよびパソコンを接続してレベル計の設定値・波形をモニターする。

ディストリビュータチェック端子に接続しての通信は、レベル計の設置条件に依らずモニター可能なため、高所や地下などの立入困難、危険箇所にレベル計を設置した際の機器のモニターや点検時に有効と言える。

3. 2 線式レベル計の特長

①専用ケーブルが不要

従来、現場に設置されている計器を入れ替える際（計器更新時、他社製からの入替時）には、その都度新規に専用ケーブル（変換器-センサ間）の引回しが必要で、特にケーブルが長く埋設されている場合、製品価格以上にケーブル配線工事費が掛かる場合があった。

2 線式の場合、既設器に使用している電流出力用ケーブルや、計器設置箇所付近の使用していない別計器のケーブルも流用可能であるため、配線コストを抑えることが可能である。

②変換器の設置が不要

2 線式レベル計の場合、計器が一体型構造のため分離型と異なり、変換器が不要となる。分離型レベル計で必要だった変換器取付用スタンを設ける、変換器駆動用 AC 電源を設置箇所付近に設ける等の工事コストを抑えられ、変換器設置箇所の確保も不要となる。

③製品価格が安価

一般に分離型レベル計と比較して 2 線式レベル計は製品価格が安価である。

総括すると分離型と比較して 2 線式レベル計はトータルのコストメリットが高いと言える。また表 1 に 2 線式レベル計と分離型レベル計の比較表を記載する。

表 1.2 線式レベル計と分離型レベル計の比較

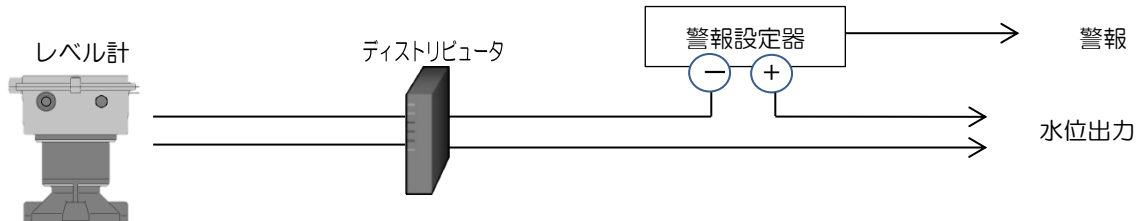
比較項目	2 線式レベル計 (弊社 : ULM-2OR)	分離型レベル計 (弊社 ULM-500 シリーズ)
最大測定距離	8m	12m(30kHz)、25m(20kHz)
測定精度	±1%FS 以下	±1%FS 以下
温度補正機能	標準装備	標準装備
センサ指向角	音圧半減半角 3.5° 推奨設置半角 8°	音圧半減半角 3.5° 推奨設置半角 8°
センサ材質	アルミ鋳物、PVC	耐熱 PVC
使用温度	-10~+60℃	-20℃~+80℃
アレスタ	保護回路内蔵	標準装備
センサ保護等級	IP67	IP67
測定警報設定	別途警報設定器を使用	オプション対応可能
機器異常警報	無	オプション対応可能
製品価格	安価	やや高価
設置配線工事費	安価	高価
せき式流量演算	別途演算器を使用	内蔵ソフトにて対応可能
多点・水位差測定	センサ複数台と演算器を使用	2~6 点まで可能
総括	障害物がなく液面が安定した現場であればメーカー技術者による試運転調整不要で測定が可能。堰式流量計や水位差計として使用するには別途演算器が必要となる。	液面変動や温度変化が激しい、障害物や多重反射があるなど測定が難しい現場に適している。計器のみで堰式流量計や水位差計としての使用が可能。

4. 2 線式レベル計の応用

2 線式レベル計と市販の演算器を組合せた例を示す。

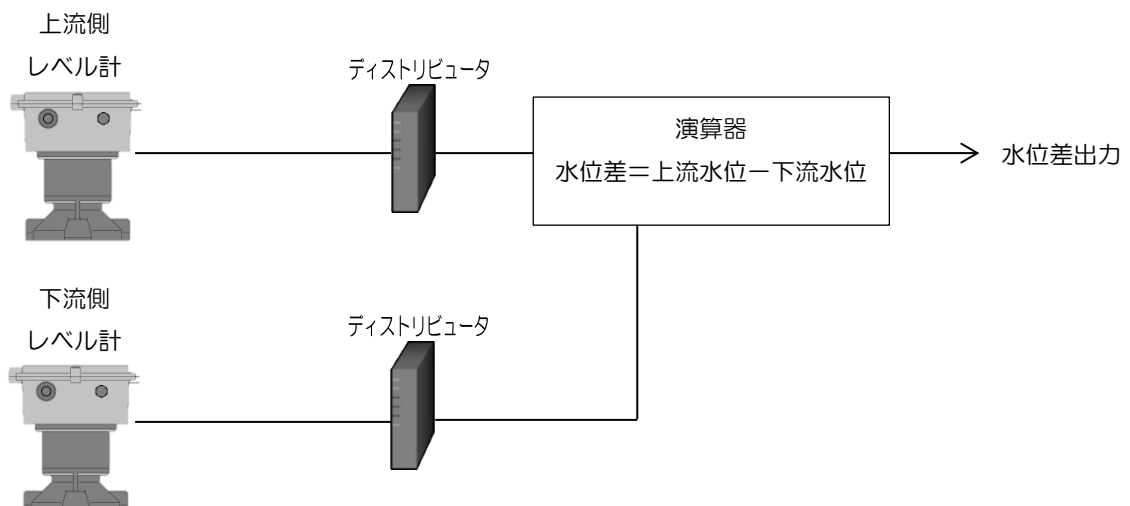
(1) 警報設定が必要な場合

ディストリビュータの水位出力の上位に警報設定器を設けて警報出力を出すことが可能。



(2) 水位差計

数セットのディストリビュータの水位出力を演算器で水位差演算することで、水位差計とすることが可能。演算により逆水位差等も出すことが可能。



(3) せき式流量計

ディストリビュータの水位出力を演算器でリニアライズすることで、せき式流量計とすることが可能。

